

Die Erfindung betrifft ein Endoskopsystem zum Betrachten menschlichen Gewebes, das mit Licht einer vorbestimmten Wellenlänge beleuchtet wird. Dabei fluoresziert das Gewebe mit einer weiteren vorbestimmten Wellenlänge. Die Fluoreszenz des Gewebes wird in dem Endoskopsystem festgestellt und ausgewertet.

Bekanntlich fluoresziert menschliches Gewebe bei Beleuchtung mit einer Wellenlänge zwischen 400 nm (Nanometer) und 480 nm (im folgenden auch als Anregungslicht bezeichnet). Dadurch wird Licht mit einer Wellenlänge zwischen 520 und 600 nm erzeugt. Krebsbefallenes Gewebe fluoresziert jedoch nicht, auch wenn es mit dem Anregungslicht bestrahlt wird. Daher wird Krebs im Frühstadium, der bei einer normalen Endoskopuntersuchung möglicherweise nicht entdeckt wird, mit einem Endoskopsystem entdeckt, das das Gewebe mit dem Anregungslicht bestrahlt, d. h. mit einem Endoskopsystem mit Fluoreszenzdiagnose.

Ein Endoskopsystem mit Fluoreszenzdiagnose bisheriger Art hat ein Filter für Anregungslicht zwischen einer Lichtquelle und einem Lichtweg und ein Fluoreszenzlichtfilter zwischen einem optischen Objektsystem und einem Bildaufnahmeelement auf der Einsetzseite des Endoskops. Das Anregungslichtfilter ermöglicht einen Durchgang nur des Anregungslichtes, und das Fluoreszenzlichtfilter ermöglicht einen Durchgang nur des Fluoreszenzlichtes. Ein Beispiel eines solchen Endoskopsystems ist in der japanischen Offenlegungsschrift HEI 4-150845 beschrieben.

Da die Intensität des durch die Fluoreszenz des beleuchteten Gewebes beleuchteten Lichts gering ist, ist es manchmal schwierig, ein ausreichend helles Fluoreszenzbild des Gewebes zu erhalten. Dadurch ist wiederum eine genaue Diagnose schwierig.

Durch die Konstruktion des vorstehend beschriebenen bisherigen Endoskopsystems mit Fluoreszenzdiagnose gelangt nur das durch die Fluoreszenz des Gewebes erzeugte Licht auf das Bildaufnahmeelement des Endoskops. Somit können die Organe oder das Gewebe nicht untersucht werden, wenn in demselben Endoskop normales Licht verwendet wird. Um die Organe oder das Gewebe mit normalem Licht zu untersuchen, wird das Endoskop für die Fluoreszenzdiagnose durch ein anderes Endoskop für die Normaluntersuchung ersetzt. Dies ist zeitaufwendig, umständlich und unangenehm für die zu untersuchende Person.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Endoskopsystem anzugeben, das bei geringer Intensität des fluoreszierenden Lichtes ein helles Bild für die Diagnose liefert.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1, 18, 21, 25 oder 30. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand jeweiliger Unteransprüche.

Mit einem Endoskopsystem nach der Erfindung wird das Untersuchen erleichtert, wenn die Fluoreszenzdiagnose und die Diagnose mit Normallicht durchgeführt wird. Es wird ein ausreichend starkes Bildsignal abgegeben, das die Diagnose eines Fluoreszenzbildes ermöglicht. Dabei ist es möglich, ein Endoskop der allgemein verwendeten Art für ein Fluoreszenzdiagnosesystem zu verwenden. Ein solches allgemein eingesetztes Endoskop oder auch ein Endoskop für die Fluoreszenzdiagnose kann mit einer Bildverarbeitungseinrichtung verbunden werden, die gleichfalls durch die Erfindung vor-

geschlagen wird.

Bei der Lösung gemäß Patentanspruch 1 kann menschliches Gewebe anhand eines Normalbildes und eines Fluoreszenzbildes ohne Austausch des Endoskops untersucht werden. Dadurch wird die Untersuchung erleichtert. Die vorzugsweise verwendete Wellenlänge des Anregungslichtes liegt im Bereich zwischen 400 und 480 nm, während das von dem fluoreszierenden Gewebe abgegebene Licht eine Wellenlänge im Bereich zwischen 500 und 600 nm hat.

Das Endoskopsystem kann so aufgebaut sein, daß die Lichtquelle das Objekt mit rotem, grünem und blauem Licht beleuchtet, wobei das blaue Licht als Anregungslicht dient. Daher ist eine weitere Lichtquelle für das Anregungslicht nicht erforderlich.

Alternativ kann die Lichtquelle auch so aufgebaut sein, daß eine Lampe und mehrere Filter Licht unterschiedlicher Wellenlängen abgeben, wobei eines dieser Filter nur das Anregungslicht durchläßt. Beispielsweise kann das System ein Rot-, ein Grün- und ein Blaufilter sowie das für das Anregungslicht durchlässige Filter enthalten. Allgemein ist das Blaufilter bei 400 bis 500 nm durchlässig. Das Anregungslichtfilter kann bei 400 bis 480 nm durchlässig sein. Entsprechend kann das Fluoreszenzlichtfilter bei 480 bis 600 nm durchlässig sein.

Bei der Lösung gemäß Patentanspruch 18 ergibt sich auch bei relativ kleiner Intensität des von dem menschlichen Gewebe abgegebenen fluoreszierenden Lichtes ein helles Fluoreszenzbild. Wahlweise kann dabei ein Bildaufnahmeelement vorgesehen sein, das einen MOS-Bilderzeuger enthält, der mit einer Mehrfachschicht aus amorphem Silizium versehen ist. Alternativ besteht das Bildaufnahmeelement aus einem CCD-Element, dem ein Bildverstärker zugeordnet ist. Der Bildverstärker kann seine Empfindlichkeit verändern, und sie wird relativ gering eingestellt, wenn das Objekt Licht mit einer Wellenlänge außerhalb des Bereichs von 500 bis 600 nm abgibt, während die Empfindlichkeit relativ hoch eingestellt wird, wenn das Objekt Licht mit Wellenlängen im Bereich von 500 bis 600 nm abgibt.

Bei der Lösung gemäß Patentanspruch 21 wird ein konventionelles Endoskop verwendet, das nur ein Bildaufnahmeelement für Normalbilder hat, und das Fluoreszenzbild kann ohne Austausch des Endoskops gleichfalls untersucht werden.

Bei der Lösung gemäß Patentanspruch 25 hat das Endoskop zwei Bildaufnahmeelemente für Normalbilder und für Fluoreszenzbilder, die jeweils Bildsignale abgeben. Das Normalbild und das Fluoreszenzbild können wahlweise ohne Austausch des Endoskops untersucht werden.

Bei der Lösung gemäß Patentanspruch 30 wird wahlweise eine erste oder eine zweite Bildsignalverarbeitungsschaltung verwendet, was von dem Zustand des auf ein Bildaufnahmeelement des Endoskops fallenden Lichtes abhängt. Wahlweise kann die erste Bildsignalverarbeitungsschaltung Bildsignale empfangen, die mehrere Bildfelder entsprechend mehreren Lichtkomponenten darstellen, und ein Bild eines Videosignals abgeben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 ein Endoskopsystem für Fluoreszenzdiagnose als erstes Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 das Blockdiagramm des Endoskopsystems nach Fig. 1,

Fig. 3 eine schematische Draufsicht auf die Einführungsseite des Endoskops in dem System nach Fig. 1,

Fig. 4 die Vorderansicht der Einführungsseite des Endoskops in dem System nach Fig. 1,

Fig. 5 die Vorderansicht eines Lichtfilters,

Fig. 6 das Monitorbild eines fluoreszierenden Gewebes,

Fig. 7 ein gegenüber Fig. 5 abgeändertes Lichtfilter,

Fig. 8 ein weiteres gegenüber Fig. 5 abgeändertes Lichtfilter,

Fig. 9 ein Endoskopsystem für Fluoreszenzdiagnose als zweites Ausführungsbeispiel,

Fig. 10 das Blockdiagramm des Endoskopsystems nach Fig. 9,

Fig. 11 ein Endoskopsystem für Fluoreszenzdiagnose als drittes Ausführungsbeispiel,

Fig. 12 das Blockdiagramm des Endoskopsystems nach Fig. 11,

Fig. 13 das Blockdiagramm eines Endoskopsystems mit Fluoreszenzdiagnose als viertes Ausführungsbeispiel,

Fig. 14 einen schematischen Querschnitt des Einführungsteils des Endoskops in dem Endoskopsystem nach Fig. 13,

Fig. 15 das Blockdiagramm eines Endoskopsystems für Fluoreszenzdiagnose als fünftes Ausführungsbeispiel,

Fig. 16 ein Endoskopsystem für Fluoreszenzdiagnose als sechstes Ausführungsbeispiel, und

Fig. 17 das Blockdiagramm des Endoskopsystems nach Fig. 16.

In Fig. 1 ist ein Endoskopsystem für Fluoreszenzdiagnose als erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Fig. 2 zeigt ein Blockdiagramm dieses Endoskopsystems.

Wie Fig. 1 zeigt, enthält das Endoskopsystem ein elektronisches Endoskop 10, eine Videoeinheit 20, eine Schalteinheit 30, eine Sichteinheit 40 und eine Aufzeichnungseinheit 50.

Das Endoskop 10 hat ein flexibles Rohr 1, das in den zu untersuchenden menschlichen Körper eingeführt wird, und einen Bedienungsteil 11, der den Betrieb des Endoskops 10 steuert.

Wie Fig. 2 und 3 zeigen, sind eine erste und eine zweite optische Einheit 200 und 300 an dem Einführungsende des Rohrs 1 vorgesehen. Sie enthalten ein erstes und ein zweites Bildaufnahmeelement 2 und 3 in Form monochromatischer CCD-Elemente (Charge Coupled Devices). Fig. 2 zeigt nicht den tatsächlichen Querschnitt, sondern die Zuordnung der optischen Einheiten 200 und 300 zu dem Gesamtsystem. Die tatsächlichen Verhältnisse sind in Fig. 3 dargestellt.

Vor (in Fig. 2 und 3 links) den beiden Bildaufnahmeelementen 2 und 3 sind ein erstes und ein zweites optisches System 4 und 5 angeordnet. Diese erzeugen Bilder eines zu betrachtenden Objekts auf den beiden Bildaufnahmeelementen 2 und 3.

Ein Fluoreszenzlichtfilter 6 befindet sich zwischen dem ersten optischen System 4 und dem ersten Bildaufnahmeelement 2.

Ein solches Filter fehlt zwischen dem zweiten optischen System 5 und dem zweiten Bildaufnahmeelement 3.

Das Fluoreszenzlichtfilter 6 ist für Licht seitlich der längeren Wellenlänge des Anregungslichts durchlässig und sperrt das Anregungslicht. Sein Durchlaßbereich liegt in den folgenden Ausführungsbeispielen zwischen 520 und 600 nm.

Ein Lichtleitfaserbündel 8 ist in dem Endoskop 10 vorgesehen. Seine Lichtaustrittsfläche ist nahe dem er-

sten und zweiten optischen System 4 und 5 angeordnet und gibt Licht auf das zu betrachtende Objekt (d. h. Gewebe) ab.

Fig. 4 zeigt die Vorderansicht des Einführungsendes des Rohrs 1. Lichtaufnehmende Fenster 4a und 5a sind auf der Aufnahmefläche des Einführungsendes des Rohrs 1 vor dem ersten und zweiten optischen System 4 und 5 angeordnet. Ein Lichtabgabefenster 8a ist gleichfalls auf der Aufnahmefläche des Einführungsendes des Rohrs 1 vor dem Lichtaustrittsende des Lichtleitfaserbündels 8 angeordnet. Ein Kanal 9 ist in dem Rohr 1 vorgesehen, durch ihn können Pinzetten oder Operationsinstrumente eingeführt werden.

Wie Fig. 1 zeigt, ist das Rohr 1 mit dem Bedienungsteil 11 verbunden. Dieser ist mit der Videoeinheit 20 über ein flexibles Kabel 12 und einen Verbinder 13 verbunden.

Ein erstes Kabel 15, ein zweites Kabel 16 und das Lichtleitfaserbündel 8 sind durch das Rohr 1, den Bedienungsteil 11 und das flexible Kabel 12 geführt. Das erste und das zweite Kabel 15 und 16 übertragen Signale zwischen der Videoeinheit 20 und den beiden Bildaufnahmeelementen 2 und 3.

Gemäß Fig. 2 ist eine Lichtquelle 21 mit einer Xenonlampe und einem Reflektor in der Videoeinheit 20 angeordnet. Das von ihr abgegebene Licht tritt in die Eintrittsfläche des Lichtleitfaserbündels 8 ein. Ein scheibenförmiges Rot-Grün-Blau-Filter 22 ist in dem Lichtweg zwischen der Lichtquelle 21 und der Lichtaufnahmefläche des Lichtleitfaserbündels 8 angeordnet.

Fig. 5 zeigt eine Vorderansicht des Filters 22. Dieses ist so aufgebaut, daß ein roter, ein grüner und ein blauer Filtersektor eine Rotationsachse des Filters 22 umgeben, wobei Abschirmteile zwischen den Filtersektoren liegen. Die Durchlaßbereiche der Filtersektoren in den folgenden Ausführungsbeispielen sind folgendermaßen festgelegt: Jeder Filtersektor hat eine Übertragungsfähigkeit von mehr als 50% für Licht mit einer Wellenlänge im Durchlaßbereich. Der Rotfiltersektor hat einen Durchlaßbereich von 580 bis 650 nm, der Grünfiltersektor von 500 bis 580 nm, der Blaufiltersektor von 400 bis 500 nm.

Das Filter 22 wird mit konstanter Drehzahl durch einen Motor 23 gedreht. Bei dieser Drehung wird das zu betrachtende Objekt vor dem Einführungsende des Rohrs 1 (in Fig. 2 links) mit rotem, grünem und blauem Licht nacheinander und periodisch beleuchtet.

Die beiden Kabel 15 und 16 sind mit einem Schaltkreis 26 in dem Verbinder 13 verbunden. Der Schaltkreis 26 ist mit einem manuell betätigbaren Wählschalter 28 verbunden. Dieser verbindet eines der Kabel 15 und 16 mit einer Videoschaltung 24, um ein Normalbildsignal zu verarbeiten. Ein Fußschalter kann gleichfalls als Wählschalter 28 dienen.

Die beiden Bildaufnahmeelemente 2 und 3 und der Motor 23 werden synchron abhängig von dem Ausgangssignal einer Zeitgeberschaltung 25 betrieben. Somit wird ein Objektbild nach dem Rot-Grün-Blau-Folgeverfahren erfaßt.

Die Videoschaltung 24 empfängt die Bildsignale aus den Bildaufnahmeelementen 2 und/oder 3 und gibt Rot-Grün-Blau-Farbvideosignale nacheinander ab, um ein farbiges Bild des zu betrachtenden Objekts auf dem Bildschirm der Sichteinheit 40 darzustellen.

Bei dem ersten Ausführungsbeispiel werden die Videofarbsignale der Sichteinheit 40 über die Schaltereinheit 30 zugeführt. Diese hat zwei Betriebsarten. In der ersten Betriebsart werden alle Farbsignale der Sichtein-

heit 40 zugeführt. In der zweiten Betriebsart wird das Blausignal (wenn das Objekt mit blauem Licht beleuchtet wird) der Sichteinheit 40 zugeführt. Die erste Betriebsart ermöglicht die Darstellung des normalen Farbbildes, während die zweite Betriebsart die Darstellung des Fluoreszenzbildes des Objekts auf dem Schirm der Sichteinheit 40 gestattet.

Die Sichteinheit 40 ist mit der Aufzeichnungseinheit 50 verbunden, die das Videosignal auf ein Magnetspeichermedium wie z. B. ein Videoband aufzeichnet. Die Videoeinheit 20 ist mit einer Tastatur 27 verbunden, über die verschiedene Betriebsbefehle eingegeben werden.

Bei dem vorstehend beschriebenen Endoskopsystem werden die rote, die grüne und die blaue Komponente der Bildsignale von den beiden Bildaufnahmeelementen 2 und 3 abgegeben, während das Filter 22 gedreht wird. Durch Verbinden des zweiten Kabels 16 mit der Videoschaltung 24 über den Schaltkreis 26 wird daher ein normales Video-Farbsignal von der Videoschaltung 24 abgegeben. Deshalb werden alle Farbsignale der Sichteinheit 40 in der ersten Betriebsart der Schaltereinheit 30 zugeführt und das normale Farbbild wird auf dem Schirm dargestellt.

Das erste Bildaufnahmeelement 2 gibt Bildsignale entsprechend dem Licht mit der Wellenlänge etwa zwischen 520 und 600 nm ab, da nur Licht, welches durch das Fluoreszenzlichtfilter 6 durchgelassen wird, auf das erste Bildaufnahmeelement 2 fällt.

Wenn der Schaltkreis 26 das erste Kabel 15 mit der Videoschaltung 24 verbindet und die Schaltereinheit 30 in die zweite Betriebsart gesteuert wird, wird das Bildsignal bei Objektbeleuchtung mit blauem Licht (Wellenlänge zwischen 400 und 500 nm) gewählt und damit das Videosignal für das fluoreszierende Bild der Sichteinheit 40 zugeführt. Somit wird das fluoreszierende Bild 40a auf dem Schirm der Sichteinheit 40 dargestellt, wie Fig. 6 zeigt. In diesem Ausführungsbeispiel ist die tatsächliche Farbe des fluoreszierenden Lichtes grün. Entsprechend der Konfiguration des Systems wird aber ein blaues Bild als fluoreszierendes Bild dargestellt.

In diesem Ausführungsbeispiel werden die Betriebsart der Schaltereinheit 30 und das dem Schaltkreis 26 zuzuführende Signal durch Betätigen des Schalters 28 geändert.

Wie vorstehend beschrieben, können ein normales Farbbild und das fluoreszierende Bild mit einem einzigen Endoskop betrachtet werden. Dieses muß nicht gegen ein anderes Endoskop ausgetauscht werden, und daher ist der Betrieb des Endoskops nicht zeitraubend oder unangenehm bei der Untersuchung einer Person. Dies erleichtert die Frühdiagnose von Krebs.

Da das System wahlweise das Video-Farbsignal (rot, grün, blau) oder das Fluoreszenz-Videosignal der Sichteinheit 40 zuführt, kann eine handelsübliche Videosignalverarbeitungseinrichtung als Videoeinheit 40 vorgesehen sein.

Bei dem ersten Ausführungsbeispiel enthält das Filter 22 drei Filtersektoren, die Rotlicht, Grünlicht und Blaulicht durchlassen, wenn das normale Farbbild betrachtet wird. Ferner wird das von dem Blaufilter durchgelassene blaue Licht auch als Anregungslicht bei der Betrachtung des fluoreszierenden Bildes verwendet.

Bei einer Abänderung des ersten Ausführungsbeispiels wird ein Filter 22A, der in Fig. 7 gezeigten Art verwendet. Dieses Filter 22A hat neben den Farbkomponentenfiltern ein weiteres Filter E. Abhängig von dem zu betrachtenden menschlichen Gewebeteil kann das

fluoreszierende Licht eine Wellenlänge zwischen 480 und 500 nm haben. Dieser Bereich überlappt die obere Seite des Durchlaßbereichs des Blaufilters. Um nur ein fluoreszierendes Bild des Gewebes (und nicht ein normales Bild) zu erhalten, sollte das Filter E eine obere Grenze des Durchlaßbereichs haben, die unter der oberen Grenze des Durchlaßbereichs des Blaufilters (d. h. 500 nm) und unter 480 nm liegt. Das Filter E läßt das Anregungslicht zwischen 400 und 480 nm durch. Wenn das abgeänderte Filter 22A verwendet wird, so leitet das Filter E das Anregungslicht auf das zu betrachtende Objekt. Bei Verwendung des Filters E hat das Fluoreszenzlichtfilter 6 einen Durchlaßbereich von 480 bis 600 nm.

Bei einer weiteren Abänderung des ersten Ausführungsbeispiels ist das Filter 22 durch ein Filter 22B der in Fig. 8 gezeigten Art ersetzt. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird ein Bildaufnahmeelement für ein Farbbild anstelle des monochromatischen Bildaufnahmeelements 3 verwendet. Das Filter 22B hat keine Farbkomponentenfilter für Rot, Grün und Blau, da das ein Farbbild aufnehmende Element ein solches Filter nicht benötigt. Das Filter 22B hat einen transparenten Filterteil T (dies könnte auch eine Öffnung sein) und den Filterteil E zum Durchlassen des Anregungslichtes.

Fig. 9 zeigt ein Endoskopsystem für Fluoreszenzdiagnose als zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung. Fig. 10 zeigt das zugehörige Blockdiagramm. Hier vorgesehene Einheiten mit Bezugszeichen des ersten Ausführungsbeispiels müssen nicht nochmals erläutert werden.

Wie Fig. 9 zeigt, hat das Endoskopsystem das Endoskop 10, eine Normal-Videoeinheit 120, eine Bildsteuereinheit 130 für Fluoreszenzlicht, die Sichteinheit 40 und die Aufzeichnungseinheit 50.

Das Endoskop 10 ist mit der Videoeinheit 120 über das flexible Kabel 12 und einen Verbinder 13A verbunden. Die Bildsteuereinheit 130 ist mit der Videoeinheit 120 über einen Verbinder 18, ein flexibles Kabel 17 und den Verbinder 13A verbunden.

Die Videoeinheit 120 enthält die Lichtquelle 21, das Filter 22, den Motor 23 und die Zeitgeberschaltung 25, die ähnlich den entsprechenden Einheiten in dem Videoprozessor 20 des ersten Ausführungsbeispiels sind. Die Videoeinheit 120 enthält auch eine Videoschaltung 24A, die nur das Bildsignal des zweiten Bildaufnahmeelements 3 verarbeitet.

Dieses ist mit der Videoschaltung 24A über das zweite Kabel 16 und ein Kabel 16A in dem Verbinder 13A verbunden. Das zweite Bildaufnahmeelement 3 wird synchron mit der Drehung des Motors 23 entsprechend dem Zeitsignal der Zeitgeberschaltung 25 getrieben.

Das erste Bildaufnahmeelement ist mit einer Videoschaltung 136 über das Kabel 15 und ein Kabel 15A innerhalb des flexiblen Kabels 17 verbunden.

Ein Lichtleiter 19 ist in dem flexiblen Kabel 17 vorgesehen. Die Lichtaufnahmefläche des Lichtleiters 19 ist nahe der Lichtaufnahmefläche des Lichtleiterfaserbündels 8 angeordnet. Die Lichtabgabeseite des Lichtleiters 19 liegt in dem Verbinder 18.

In der Bildsteuereinheit 130 für das Fluoreszenzbild befindet sich ein Strahlenteiler 131, dessen Lichtaufnahmefläche die Lichtabgabefläche des Lichtleiters 19 berührt. Das aus dem Lichtleiter 19 austretende Licht wird mit dem Strahlenteiler 131 in zwei Lichtanteile aufgeteilt. Der eine fällt über einen Blaufilter 132 auf eine erste Lichtaufnahmeverrichtung 133, der andere auf eine zweite Lichtaufnahmeverrichtung 134.

Die Ausgangssignale dieser beiden Vorrichtungen 133 und 134 werden einer Zeitgeberschaltung 135 zugeführt. Somit erzeugen die beiden Zeitgeberschaltungen 135 und 25 ihre Zeitsignale synchron.

Wie vorstehend beschrieben, ist das erste Signalkabel 15 mit der Videoschaltung 136 verbunden. Wird das Zeitsignal von der Zeitgeberschaltung 135 übertragen, so erfaßt die Videoschaltung 136 das Bildsignal nur dann, wenn das Objekt mit einem blauen Licht einer Wellenlänge zwischen 400 und 475 nm beleuchtet wird. Da das mit der Videoschaltung 136 aufgenommene Bildsignal dem Licht durch das Filter 6 entspricht, ist das Bild ein fluoreszierendes Bild.

In einer Bildintegrationsschaltung 137 werden mehrere Bildfelder des fluoreszierenden Bildes, die von der Videoschaltung 136 abgegeben werden, integriert (überlagert), um ein einziges helles Bild zu erzeugen. Dann wird das helle Bildsignal einer Bildsyntheseschaltung 138 zugeführt. Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel kann die Zahl der einander zu überlagernden Bildfelder entweder manuell mit einem Schalter 231 oder automatisch eingestellt werden.

Die Bildsyntheseschaltung 138 empfängt das integrierte Videosignal des fluoreszierenden Bildes von der Bildintegrationsschaltung 137 und das Video-Farbsignal von der Normal-Videoschaltung 24A. Dann gibt die Bildsyntheseschaltung 138 entsprechend dem Betriebszustand des Darstellungsschalters 229 das normale Video-Farbsignal oder das fluoreszierende Bildsignal oder beide Signale an die Sichteinheit 40 ab.

Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel ist das erste Bildaufnahmeelement 2 mit einem Videoprozessor verbunden, der separat zu der normalen Videoeinheit 120 vorgesehen ist. Ferner kann ein handelsüblicher Videoprozessor zum Verarbeiten des betrachteten Bildes mit dem Normal-Farbsignal verwendet werden.

Fig. 11 zeigt ein Endoskopsystem für die Fluoreszenzdiagnose als drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Fig. 12 zeigt das zugehörige Blockdiagramm.

Das dritte Ausführungsbeispiel besteht aus dem Endoskop 10, einer Videoeinheit 220, der Sichteinheit 40 und der Aufzeichnungseinheit 50. Das Endoskop 10 und die Videoeinheit 220 sind über das flexible Kabel 12 mit einem Verbinder 13B verbunden. Die Tastatur 27 zur Eingabe von Befehlen usw. ist mit der Videoeinheit 220 verbunden.

Die Lichtquelle 21, das Filter 22, der Motor 23 und die Zeitgeberschaltung 25 sind in der Videoeinheit 220 angeordnet. Ferner ist diese mit einer Videoschaltung 224 zum Verarbeiten eines Normal-Farbbildes, einer Videoschaltung 226 zum Verarbeiten des fluoreszierenden Bildes, einer Bildintegrationsschaltung 230 und einer Bildsyntheseschaltung 228 versehen. Die Videoschaltungen 224 und 226, die Bildintegrationsschaltung 230 und die Bildsyntheseschaltung 228 arbeiten ähnlich wie die Videoschaltungen 24A und 136, die Bildintegrationsschaltung 137, die Bildsyntheseschaltung 138 des zweiten Ausführungsbeispiels. Daher müssen diese Schaltungen hier nicht weiter erläutert werden.

Das erste Bildaufnahmeelement 2 ist mit der Videoschaltung 226 über das Kabel 15 und ein Kabel 15B verbunden, das in dem Verbinder 13B angeordnet ist. Das zweite Bildaufnahmeelement 3 ist mit der Videoschaltung 224 über das Kabel 16 und ein Kabel 16B verbunden, das in dem Verbinder 13B angeordnet ist. Entsprechend dem Ausgangssignal der Zeitgeberschaltung 25 gibt die Videoschaltung 226 nur das Videosignal des fluoreszierenden Bildes ab.

Bei dem dritten Ausführungsbeispiel wird das von der Videoschaltung 226 abgegebene Videosignal mit der Integrationsschaltung 230 ähnlich wie bei dem zweiten Ausführungsbeispiel integriert. Die Anzahl der zu überlagernden Bildfelder wird mit dem manuell betätigbaren Schalter 231 angestellt. Durch Betätigen eines Sichteinheitschalters 229 kann das auf dem Schirm der Sichteinheit 40 darzustellende Bild gewählt werden.

Bei dem dritten Ausführungsbeispiel werden die beiden Bildaufnahmeelemente 2 und 3 abhängig von dem Ausgangssignal der Zeitgeberschaltung 25 synchron mit der Drehung des Motors 223 betrieben, und entsprechend wird die Rot-Grün-Blau-Bildauswertung in Folge durchgeführt.

Die Videoschaltung 226 erfaßt das Bildsignal, wenn das Objekt mit Blaulicht einer Wellenlänge zwischen 400 und 500 nm beleuchtet wird. Da das Filter 6 vor dem Bildaufnahmeelement 2 liegt, wird mit der Videoschaltung 226 ein Fluoreszenzbildsignal abgegeben.

Das von der Videoschaltung 226 abgegebene Signal wird der Integrationsschaltung 230 zugeführt, und es werden mehrere Felder integriert. Die Anzahl der mit der Integrationsschaltung 230 zu überlagernden Bildfelder wird automatisch oder mit dem Schalter 231 eingestellt.

Fig. 13 zeigt das Blockdiagramm eines vierten Ausführungsbeispiels des Endoskopsystems für Fluoreszenzdiagnose. Fig. 14 zeigt einen schematischen Querschnitt des Einführendes des Rohrs 1 des Endoskops in dem System nach Fig. 13.

Das vierte Ausführungsbeispiel besteht aus einem Endoskop 10A, einer Videoeinheit 220A, der Sichteinheit 40 und der Aufzeichnungseinheit 50.

Das vierte Ausführungsbeispiel wird im folgenden unter Bezugnahme auf das dritte Ausführungsbeispiel erläutert. In dem vierten Ausführungsbeispiel wird anstelle des Bildaufnahmeelements 2 der vorhergehenden Vorrichtungen ein sehr empfindliches Bildaufnahmeelement 2A in dem Endoskop 10A verwendet. Ferner sind die Videoschaltung 226 und die Integrationsschaltung 230 durch eine Steuerschaltung 226A zum Steuern des Bildaufnahmeelements 2A ersetzt. Das Bildaufnahmeelement 2A überträgt elektrische Ladungen auf einen MOS-Bilderzeuger mit Mehrfachschicht amorphen Siliziums zum Verstärken der Ladungen um einen Faktor größer als 1000.

Das Bildaufnahmeelement 3 ist mit der Videoschaltung 224 über das Kabel 16 und ein Kabel 16B in dem Verbinder 13B verbunden, um das Normalfarbbild zu verarbeiten. Das Bildaufnahmeelement 2A ist mit der Steuerschaltung 226A verbunden. Die Videoschaltung 224 und die Steuerschaltung 226A werden durch die Zeitsignale der Zeitgeberschaltung 25 gesteuert und steuern das Bildaufnahmeelement 3 und 2A synchron mit der Drehung des Filters 22.

Wie vorstehend beschrieben ist die Integrationsschaltung nicht erforderlich, da das Bildaufnahmeelement 2A eine sehr hohe Empfindlichkeit hat, und daher ist die Schaltung des vierten Ausführungsbeispiels vereinfacht. Ferner ist das der Sichteinheit 40 zugeführte Bild ausreichend hell.

Fig. 5 zeigt das Blockdiagramm eines fünften Ausführungsbeispiels des Endoskopsystems für Fluoreszenzdiagnose. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist ein Bildverstärker 31 vor dem Aufnahmeelement 3 für das Normalbild (in Fig. 15 links) angeordnet. Eine Steuerschaltung 232 des Bildverstärkers 31 ist in dem Verbinder 13D vorgesehen, und ein die Empfindlichkeit einstellen-

der Schalter 33D befindet sich an dem Bedienungsteil 11.

Im fünften Ausführungsbeispiel wird durch Ändern der Empfindlichkeit des Bildverstärkers 31 die Bildhelligkeit eingestellt. Da ferner das Signal mit der eingestellten Amplitude der Videoeinheit 220D zugeführt wird, ist nur eine einfache Videoschaltung 224D erforderlich. Ähnlich den vorherigen Ausführungsbeispielen werden die Videoschaltung 224D und das Bildaufnahmeelement 3 synchron mit der Drehung des Motors 23 abhängig von dem Zeitsignal der Zeitgeberschaltung 25 betrieben.

Fig. 16 zeigt ein Endoskopsystem für die Fluoreszenzdiagnose als sechstes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Fig. 17 zeigt das zugehörige Blockdiagramm.

Bei dem sechsten Ausführungsbeispiel ist das Endoskop 10B, eine Videoeinheit 220C, die Sichteinheit 40 und die Aufzeichnungseinheit 50 vorgesehen. Ferner enthält das System ein Lichtleitfaser-Sichtgerät 60, das aus einem Bildleitfaserbündel besteht und in den Pinzettenkanal 9 des Endoskops 10B eingesetzt ist. Eine Objektlinse 60a befindet sich an dem Einführende des Sichtgeräts 60, dessen anderes Ende mit einem Verbinder 64 gekoppelt ist. Ein Filter zum Durchlassen des fluoreszierenden Lichtes mit einer Wellenlänge zwischen 500 und 600 nm ist in dem Verbinder 64 angeordnet. Das am anderen Ende des Sichtgerätes abgegebene Licht läuft durch das Filter 61 und fällt auf ein monochromatisches Bildaufnahmeelement 62. Dieses empfängt ein fluoreszierendes Bild und überträgt ein Bildsignal zu einer Videoschaltung 226 über einen Verbinder 63. Die Funktion eines jeden Elements der Videoeinheit 220C stimmt mit derjenigen der Elemente der Videoeinheit 220 des dritten Ausführungsbeispiels (Fig. 12) überein.

Patentansprüche

1. Endoskopsystem mit Fluoreszenzdiagnose zur Beobachtung menschlichen Gewebes, **gekennzeichnet durch:**
 - eine Lichtquelle zur Beleuchtung des Gewebes mit Licht mehrerer Wellenlängenbereiche, wobei das menschliche Gewebe in Abhängigkeit von der Beleuchtung mit Anregungslicht eines vorbestimmten Wellenlängenbereiches fluoresziert;
 - ein Bildaufnahmeelementpaar, wobei jedes Element des Bildaufnahmeelementpaares ein einem optischen Bild entsprechendes Bildsignal abgibt;
 - ein optisches Objektivsystem zur Erzeugung eines optischen Bildpaares des Gewebes auf dem Bildaufnahmeelementpaar;
 - ein Fluoreszenzlichtfilter zum Durchlassen von durch das fluoreszierende Gewebe erzeugtem Licht und zur Vermeidung des Durchlasses von Licht einer Wellenlänge innerhalb des vorbestimmten Wellenlängenbereichs, wobei das Filter zwischen dem einen Element des Paares Bildaufnahmeelemente und dem optischen Objektivsystem angeordnet ist;
 - Mittel zur Auswahl eines Elements des Bildaufnahmeelementpaares;
 - Mittel zum Verarbeiten des von jedem Element des Bildaufnahmeelementpaares abgegebenen Bildsignals; und
 - Mittel zur Abgabe eines Videosignals entsprechend dem Bildsignal des jeweils ausgewählten Elements des Bildaufnahmeelementpaares.

2. Endoskopsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der vorbestimmte Wellenlängenbereich des Anregungslichtes zwischen 400 und 500 nm liegt, und daß das Fluoreszenzlichtfilter Licht einer Wellenlänge zwischen 500 und 600 nm durchläßt.

3. Endoskopsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der vorbestimmte Wellenlängenbereich zwischen 400 und 480 nm liegt, und daß das Fluoreszenzlichtfilter Licht einer Wellenlänge über 480 nm durchläßt.

4. Endoskopsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das andere Element des Bildaufnahmeelementpaares an dem Gewebe reflektiertes Licht aufnimmt.

5. Endoskopsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle das Objekt mit rotem, grünem und blauem Licht beleuchtet, und daß das blaue Licht als das Anregungslicht verwendet wird.

6. Endoskopsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das andere Element des Bildaufnahmeelementpaares an dem Gewebe reflektiertes Licht aufnimmt, wenn es mit dem roten, grünen und blauen Licht beleuchtet wird.

7. Endoskopsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle eine Lampe und mehrere Filter umfaßt, die Licht verschiedener Wellenlängenbereiche durchlassen, wobei eines der mehreren Filter das Anregungslicht durchläßt.

8. Endoskopsystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluoreszenzlichtfilter Licht einer Wellenlänge größer als eine vorbestimmte Wellenlänge durchläßt, und daß das eine der Filter Licht einer Wellenlänge kleiner als die vorbestimmte Wellenlänge durchläßt.

9. Endoskopsystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die mehreren Filter auf einer Scheibe angeordnet sind, und daß die Lichtquelle Mittel zum Drehen der Scheibe umfaßt, die die mehreren Filter periodisch in eine Stellung vor der Lampe bringen.

10. Endoskopsystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein rotes, ein grünes und ein blaues Filter vorgesehen sind, wobei das Gewebe je nach Drehung der Scheibe mit rotem, grünem und blauem Licht beleuchtet wird, und wobei als Abgabemittel

ein Schaltkreis zum Empfangen von durch das andere Element des Bildaufnahmeelementpaares zugeführten Bildsignalen, wenn das Objekt mit dem roten, grünen und blauen Licht beleuchtet wird; und ein Schaltkreis zum Verarbeiten der von dem anderen Element des Bildaufnahmeelementpaares übertragenen Bildsignale und zum Ausgeben des Videosignals dienen.

11. Endoskopsystem nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehmittel Mittel zum Ausgeben eines die Lage der mehreren Filter angegebenden Zeitgebersignals umfassen, und daß der Bildsignalempfangsschaltkreis die Bildsignale entsprechend dem Zeitgebersignal synchron mit einer Bewegung der mehreren Filter empfängt.

12. Endoskopsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abgabemittel einen Schaltkreis zum Integrieren der von dem einen Element des Bildaufnahmeelement-

mentpaars zugeführten Bildsignale enthalten.

13. Endoskopsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abgabemittel ein Paar von Vorrichtungen zur Bildsignalverarbeitung zum Verarbeiten von durch das Bildaufnahmeelementpaar jeweils zugeführten Bildsignalen enthalten.

14. Endoskopsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abgabemittel eine einzelne Bildsignalverarbeitungsschaltung; und einen Schaltkreis zum getrennten Empfangen der Bildsignalabgabe des Bildaufnahmeelementpaars und zum selektiven Zuführen eines der Bildsignale zu der Bildsignalverarbeitungsschaltung enthalten.

15. Endoskopsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abgabemittel einen Satz Anschlüsse haben, an den ein entsprechender Satz Anschlüsse einer Sichteinheit angeschlossen werden kann.

16. Endoskopsystem nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlußsatz Rot-Grün-Blau-Farbanschlüsse zur Zufuhr des Videosignals enthält.

17. Endoskopsystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß einer der Farbanschlüsse verwendet wird, wenn das Objekt mit dem Anregungslicht beleuchtet wird.

18. Endoskop zur Aufnahme des von einem Objekt abgegebenen Fluoreszenzlichts, gekennzeichnet durch:

ein Bildaufnahmeelement zum Aufnehmen eines Bildes des Objekts und zum Abgeben eines Bildsignals entsprechend dem aufgenommenen Bild, wobei das Bildaufnahmeelement Mittel zum Verstärken des Bildsignals enthält;

ein optisches Objektivsystem zum Erzeugen des Objektbildes auf dem Bildaufnahmeelement; Mittel zum Durchlassen von Licht eines vorbestimmten Wellenlängenbereiches zu dem Objekt zu dessen Beleuchtung, wobei das Objekt Fluoreszenzlicht eines anderen vorbestimmten Wellenlängenbereiches in Abhängigkeit von der Beleuchtung mit Licht des ersten vorbestimmten Wellenlängenbereiches erzeugt; und

ein zwischen dem Bildaufnahmeelement und dem optischen Objektivsystem angeordnetes Filter, wobei das Filter Licht des anderen vorbestimmten Wellenlängenbereiches durchläßt und Licht des ersten vorbestimmten Wellenbereiches sperrt.

19. Endoskop nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Bildaufnahmeelement einen mit einer Mehrfachsicht aus amorphem Silizium verstärkten MOS-Bilderzeuger umfaßt.

20. Endoskop nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Bildaufnahmeelement ein CCD-Element enthält, dem ein Bildverstärker zugeordnet ist.

21. Endoskopsystem mit Fluoreszenzdiagnose, gekennzeichnet durch:

ein elektronisches Endoskop zum Aufnehmen eines Bildes eines zu beobachtenden Objektes und zum Abgeben eines dem aufgenommenen Bild entsprechenden Bildsignals;

eine Lichtquelle zur Beleuchtung des Objekts mit Licht eines von mehreren Wellenlängenbereichen, wobei die Lichtquelle das Objekt mit einem Anregungslicht eines vorbestimmten Wellenlängenbe-

reichs beleuchtet, und das Objekt in Abhängigkeit von der Beleuchtung durch das Anregungslicht fluoresziert;

ein Lichtleiter-Sichtgerät, das in einen Instrumentenkanal des Endoskops eingesetzt werden kann, wobei das Sichtgerät an einem Rohr eine Licht von dem Objekt konvergierende und durch das Lichtleiter-Sichtgerät durchlassende Linse enthält;

ein Bildaufnahmeelement zum Aufnehmen des durch das Lichtleiter-Sichtgerät durchgelassenen Lichtes;

ein zwischen einem anderen Ende des Lichtleiter-Sichtgerätes und dem anderen Bildaufnahmeelement vorgesehene Filter, das von dem fluoreszierenden Objekt abgegebenes Licht durchläßt und Licht des vorbestimmten Wellenlängenbereiches sperrt; und

Mittel zum Empfangen des Bildsignals des einen Bildaufnahmeelements und/oder des anderen Bildaufnahmeelements, und zur Abgabe eines entsprechenden Videosignals.

22. Endoskopsystem nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der vorbestimmte Wellenlängenbereich zwischen 400 und 480 nm liegt, und daß das von dem fluoreszierenden Objekt abgegebene Licht einen Wellenlängenbereich zwischen 500 und 600 nm hat.

23. Endoskopsystem nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle das Objekt mit rotem, grünem und blauem Licht beleuchtet, und daß das blaue Licht als das Anregungslicht verwendet wird.

24. Endoskopsystem nach Anspruch 21, 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle eine Lampe und mehrere Filter umfaßt, die Licht verschiedener Wellenlängenbereiche durchlassen, wobei eines der mehreren Filter nur das Anregungslicht durchläßt.

25. Endoskop gekennzeichnet durch: ein Bildaufnahmeelementpaar zum Aufnehmen von Bildern und Ausgeben von Bildsignalen in Abhängigkeit von den aufgenommenen Bildern; ein optisches Objektivsystem zur Erzeugung der Bilder auf den Bildaufnahmeelementen; Mittel zum Durchlassen von Licht eines vorbestimmten Wellenlängenbereiches zur Beleuchtung des Objekts, das in Abhängigkeit von der Beleuchtung mit dem Durchlaßlicht fluoresziert; und ein zwischen einem der Bildaufnahmeelemente und dem optischen Objektivsystem vorgesehene Filter, das von dem fluoreszierenden Objekt abgegebenes Licht durchläßt und an dem Objekt reflektiertes Licht sperrt.

26. Endoskop nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß das andere der Bildaufnahmeelemente an dem Objekt reflektiertes Licht aufnimmt.

27. Endoskop nach Anspruch 25, gekennzeichnet durch ein Kabelpaar zum Verbinden des Bildaufnahmeelementpaars mit einer externen Vorrichtung, wobei die Bildsignale durch das Kabelpaar zugeführt werden.

28. Endoskop nach Anspruch 25, 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, daß das Durchlaßmittel Licht eines Wellenlängenbereiches zwischen 400 und 480 nm durchläßt, wobei das Objekt fluoresziert, wenn es mit dem Licht des vorbestimmten Wellenlängenbereiches beleuchtet wird.

29. Endoskop nach Anspruch 28, dadurch gekenn-

zeichnet, daß das von dem fluoreszierenden Objekt abgegebene Licht eine Wellenlänge zwischen 500 und 600 nm hat.

30. Videoprozessoreinheit für ein Endoskop, gekennzeichnet durch einen ersten und einen zweiten Bildsignalverarbeitungsschaltkreis, von denen jeder ein von einem Bildaufnahmeelement eines Endoskops zugeführtes Bildsignal empfangen kann und unterschiedliche Eigenschaften hat.

31. Videoprozessoreinheit nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Bildsignalverarbeitungsschaltkreis Bildsignale empfängt, die mehrere Bildfelder entsprechend mehreren Lichtkomponenten darstellen, und daß der erste Bildsignalverarbeitungsschaltkreis ein Bildfeld eines Videosignals abgibt.

32. Videoprozessoreinheit nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Bildsignalverarbeitungsschaltkreis mehrere Bildfelder entsprechend Licht eines vorbestellten Wellenlängenbereichs integriert, um ein Bildfeld eines Videosignals zu erzeugen, wobei das Bildfeld des Videosignals eine stärkere Helligkeit als die einem jedem der Bildsignale entsprechende Helligkeit hat.

33. Videoprozessoreinheit nach einem der Ansprüche 30 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß der vorbestimmte Wellenlängenbereich zwischen 500 und 600 nm liegt.

34. Videoprozessoreinheit nach Anspruch 32 oder 33, gekennzeichnet durch Mittel zum Empfangen durch den ersten und den zweiten Bildsignalverarbeitungsschaltkreis abgegebener Videosignale und zum Ausgeben eines mit einem der Videosignale übereinstimmenden Signals.

35. Videoprozessoreinheit nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zum Empfangen durch den ersten und den zweiten Bildsignalverarbeitungsschaltkreis abgegebener Videosignale ein Signal abgeben, das ein kombiniertes Signal der Videosignale ist.

Hierzu 13 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

- Leerseite -

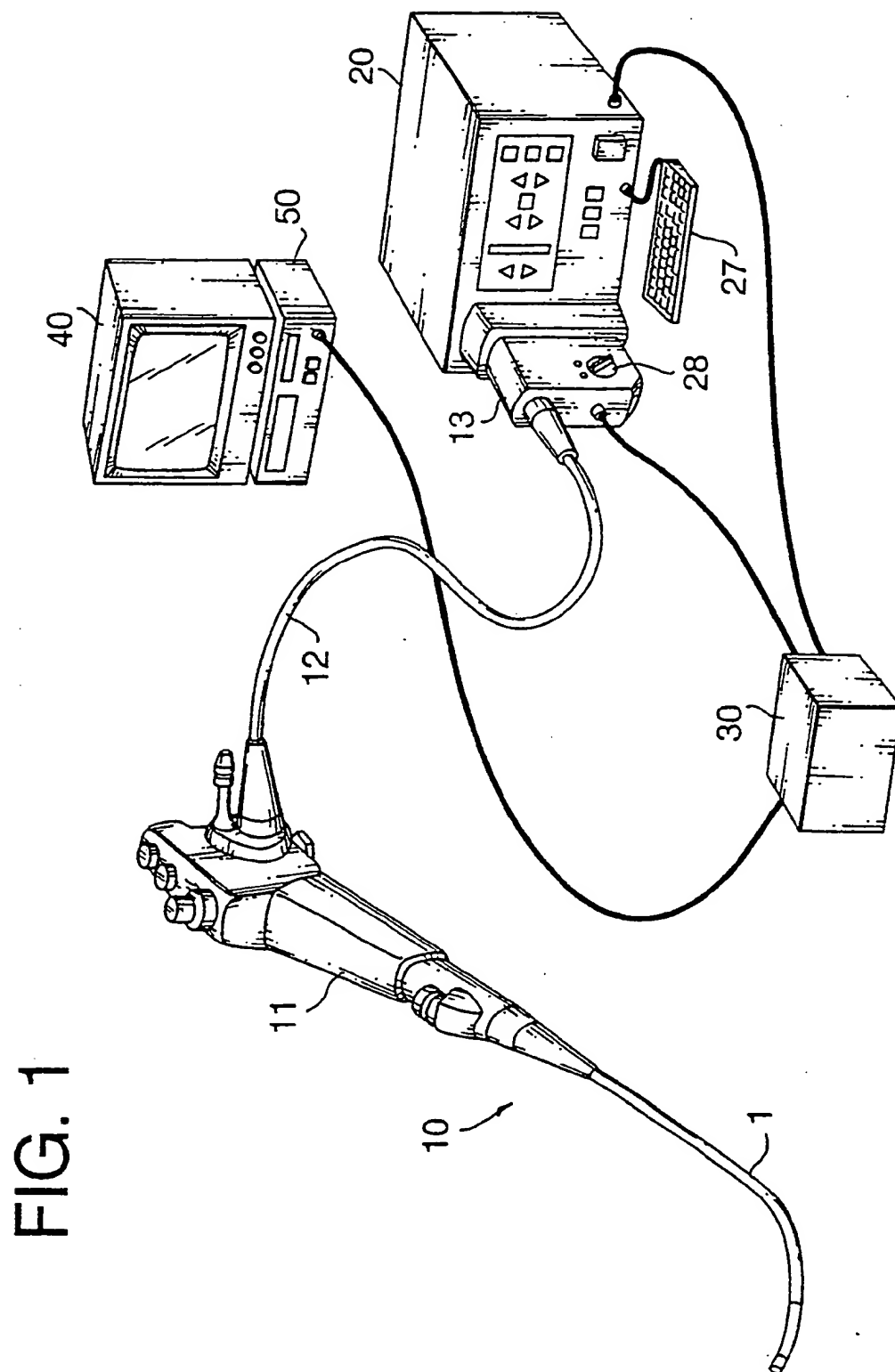
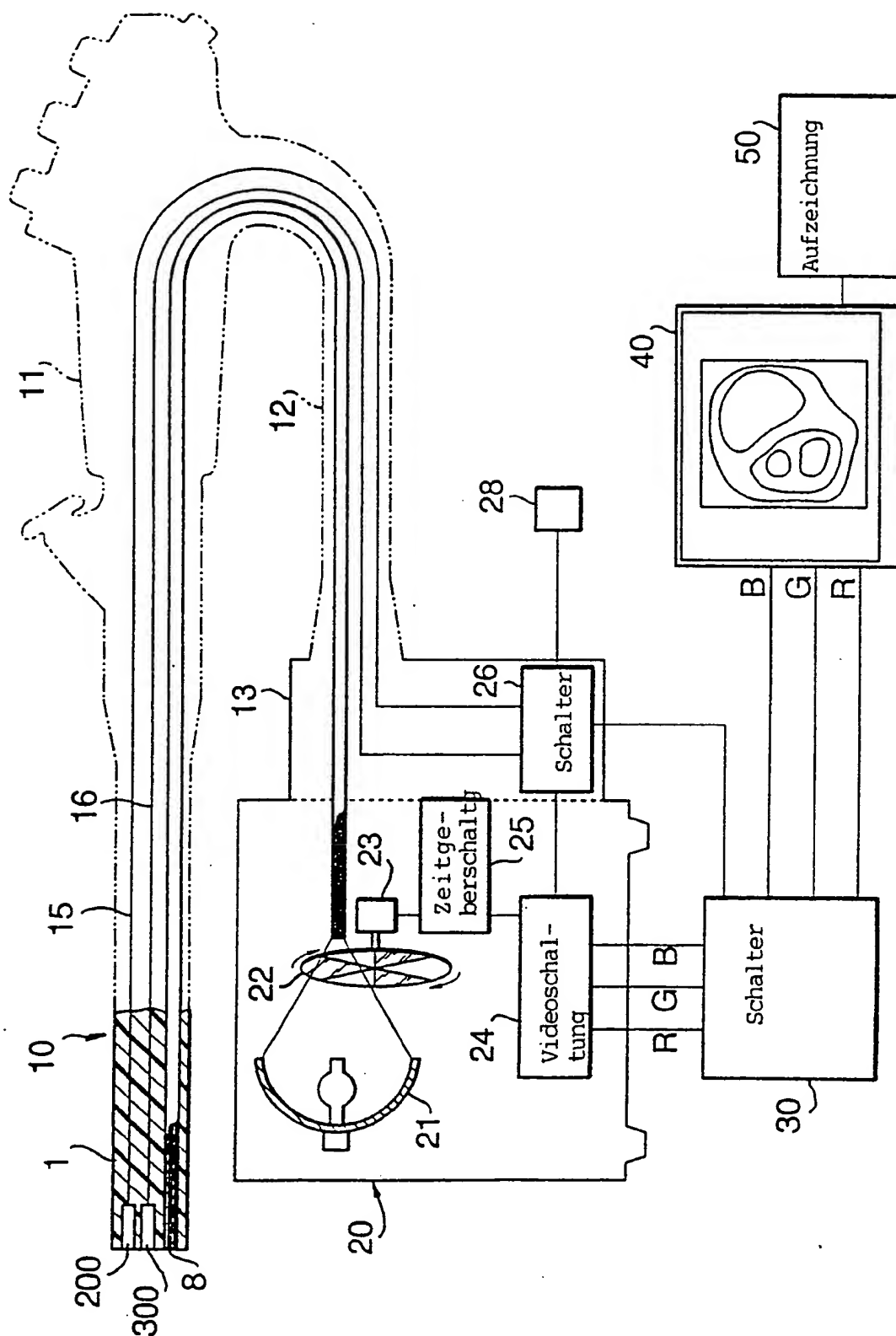
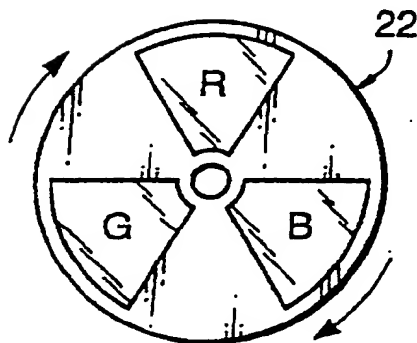
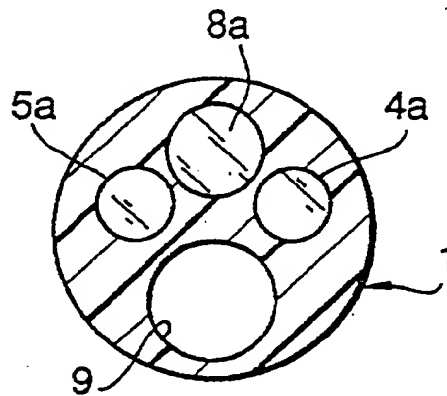
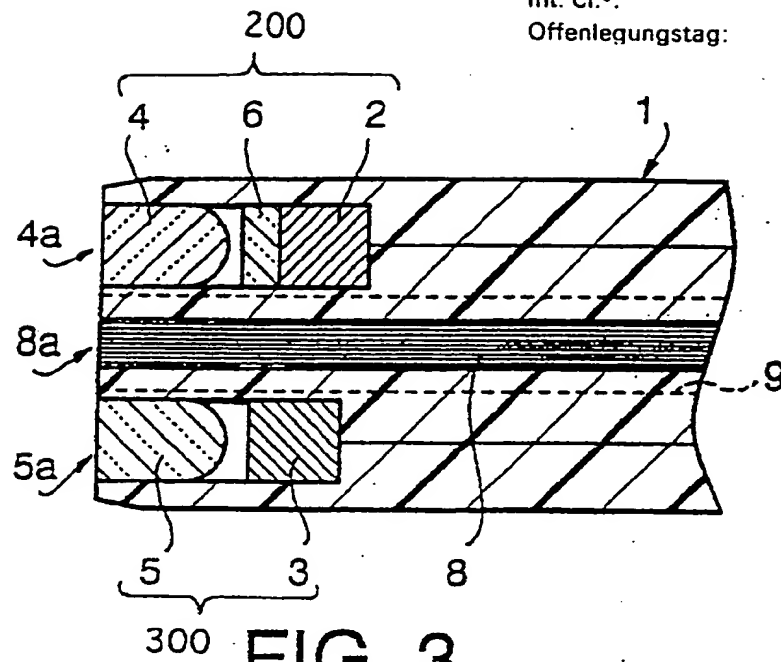


FIG. 2





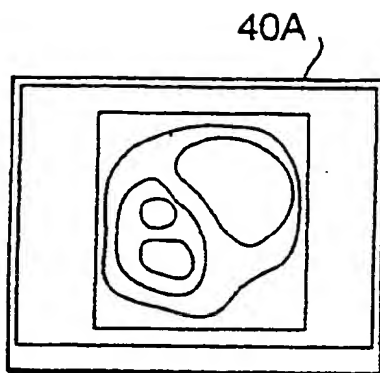


FIG. 6

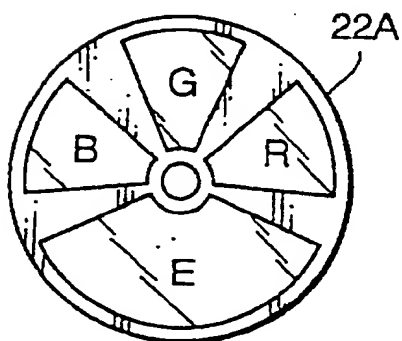


FIG. 7

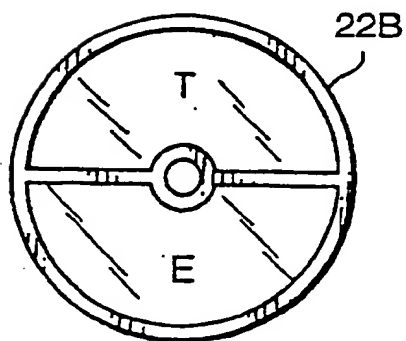


FIG. 8

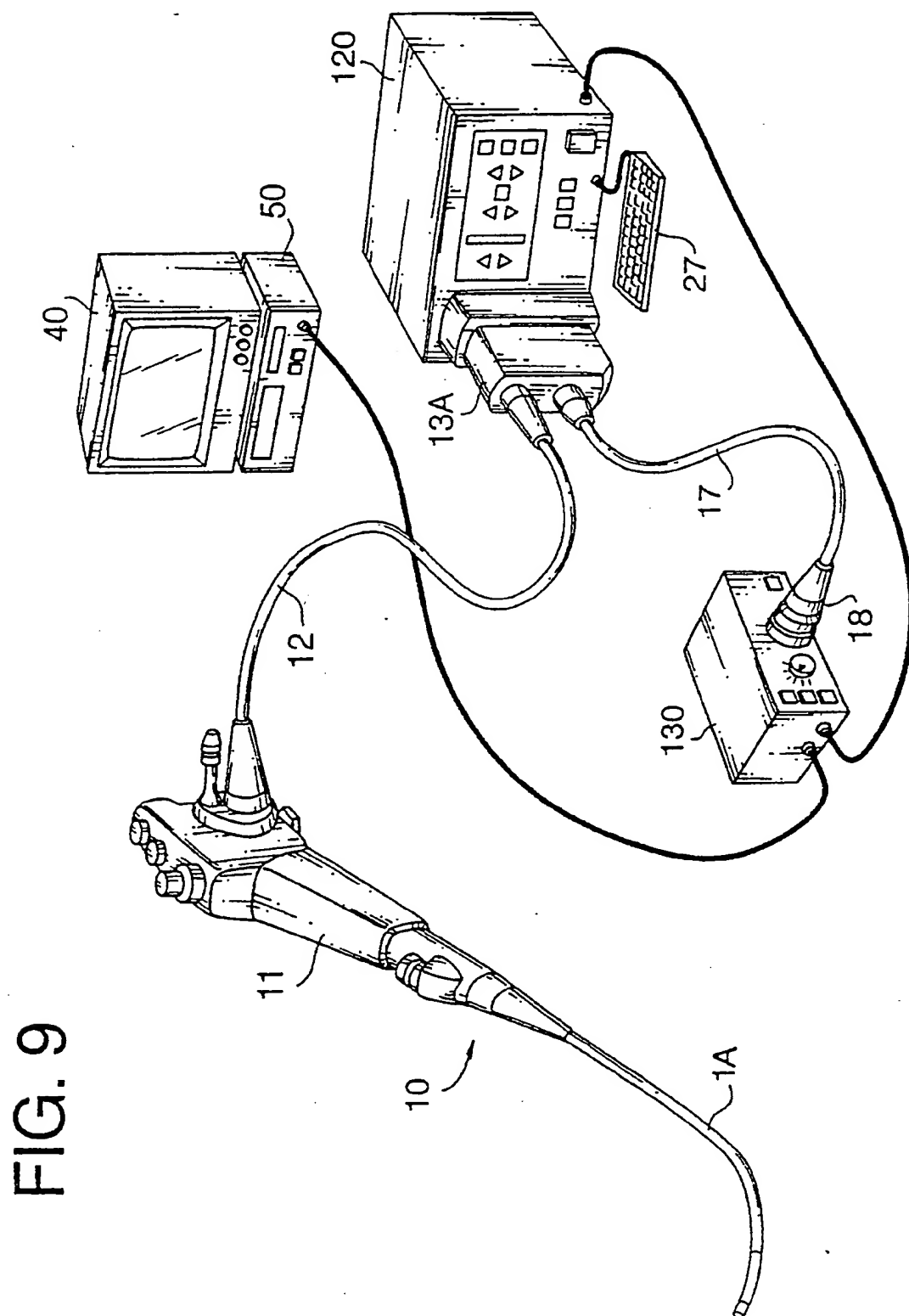


FIG. 9

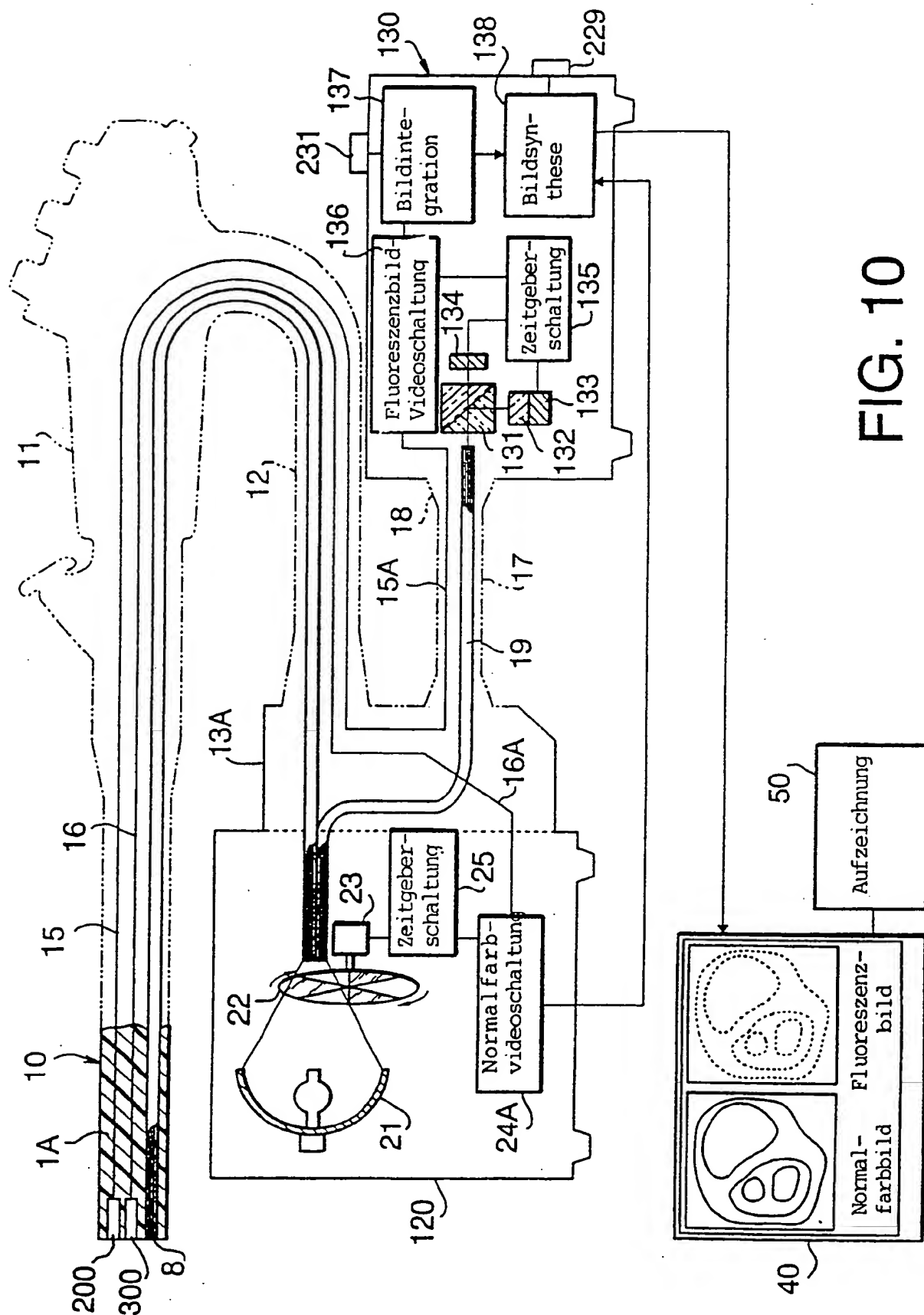


FIG. 10

FIG. 11

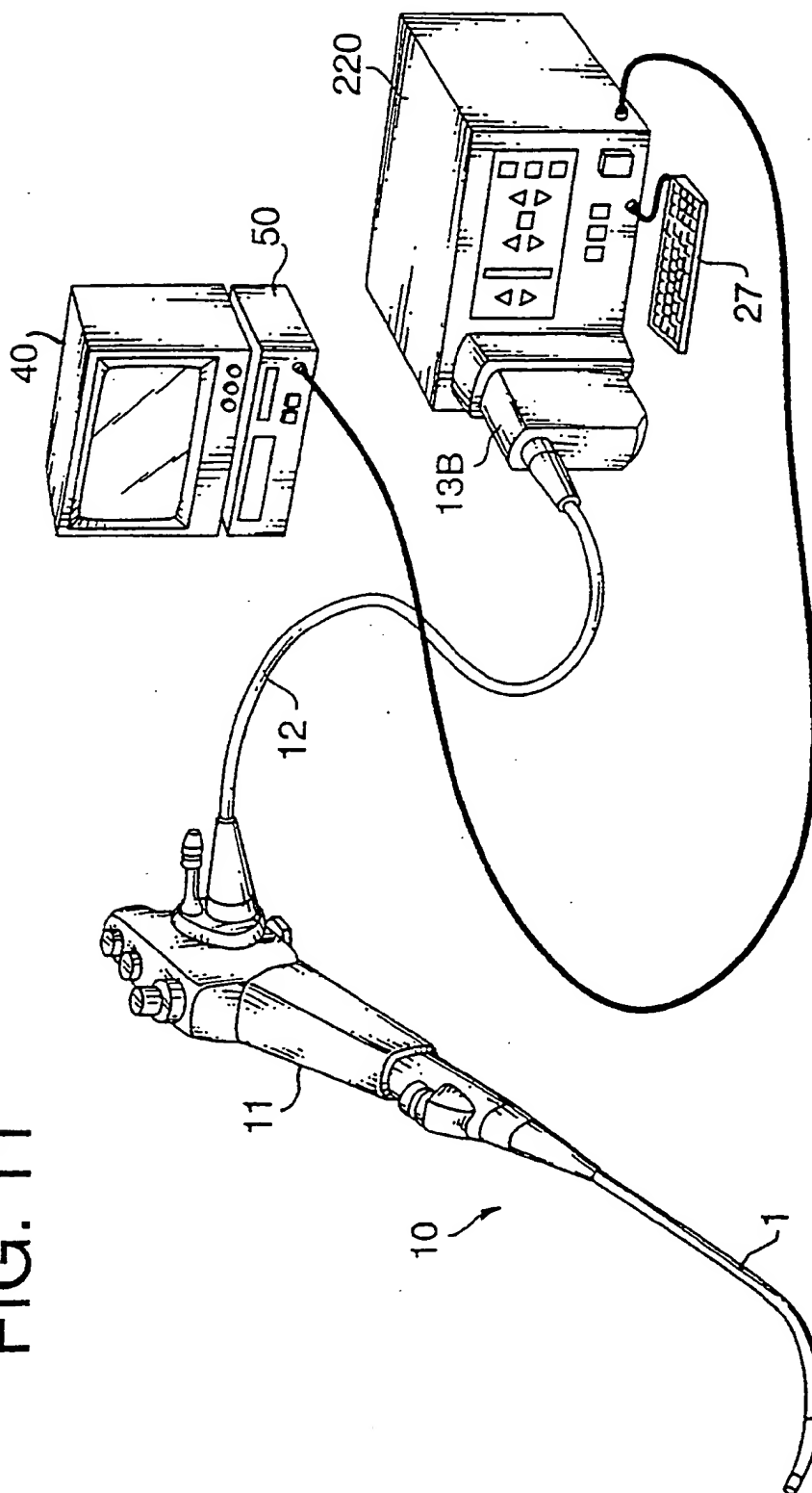


FIG. 12

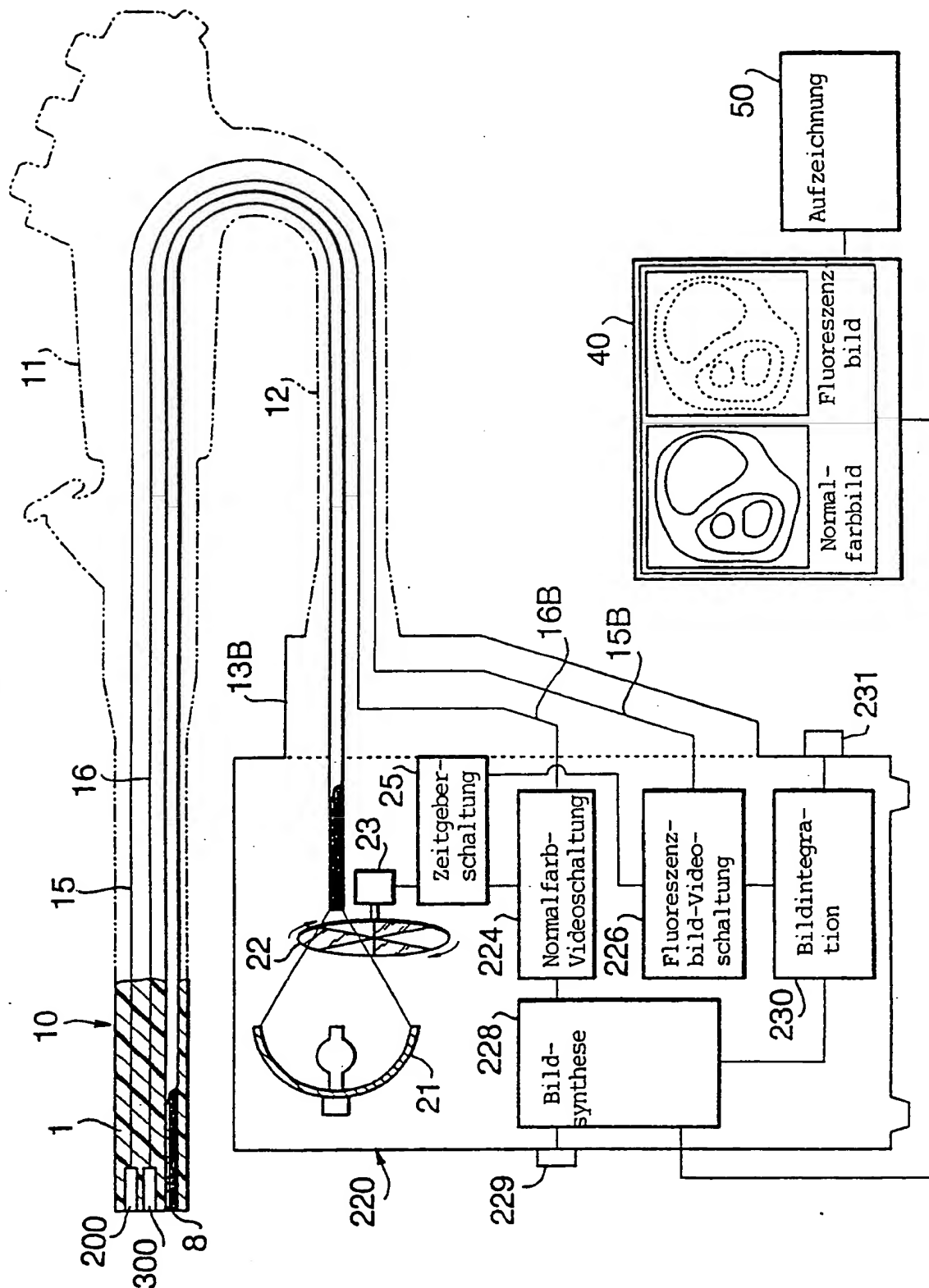
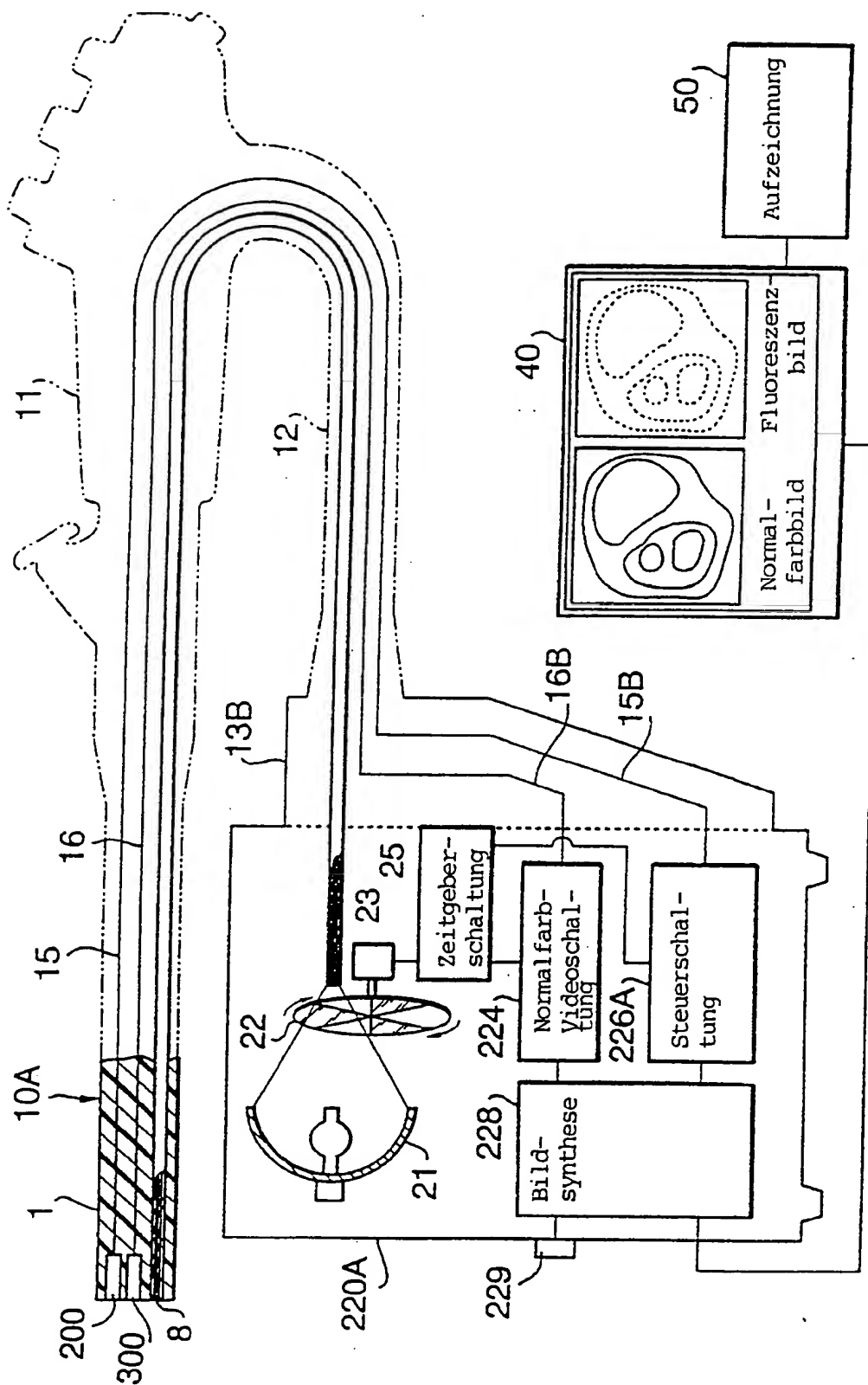


FIG. 13



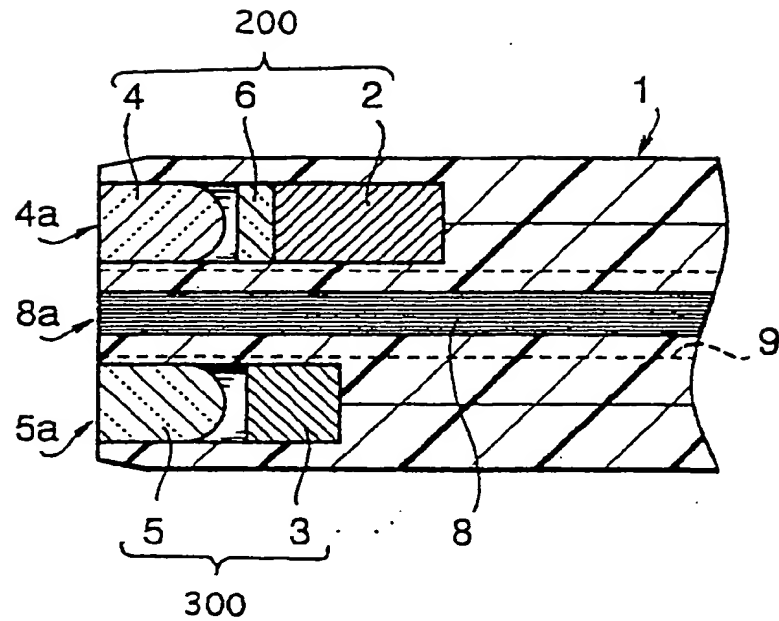
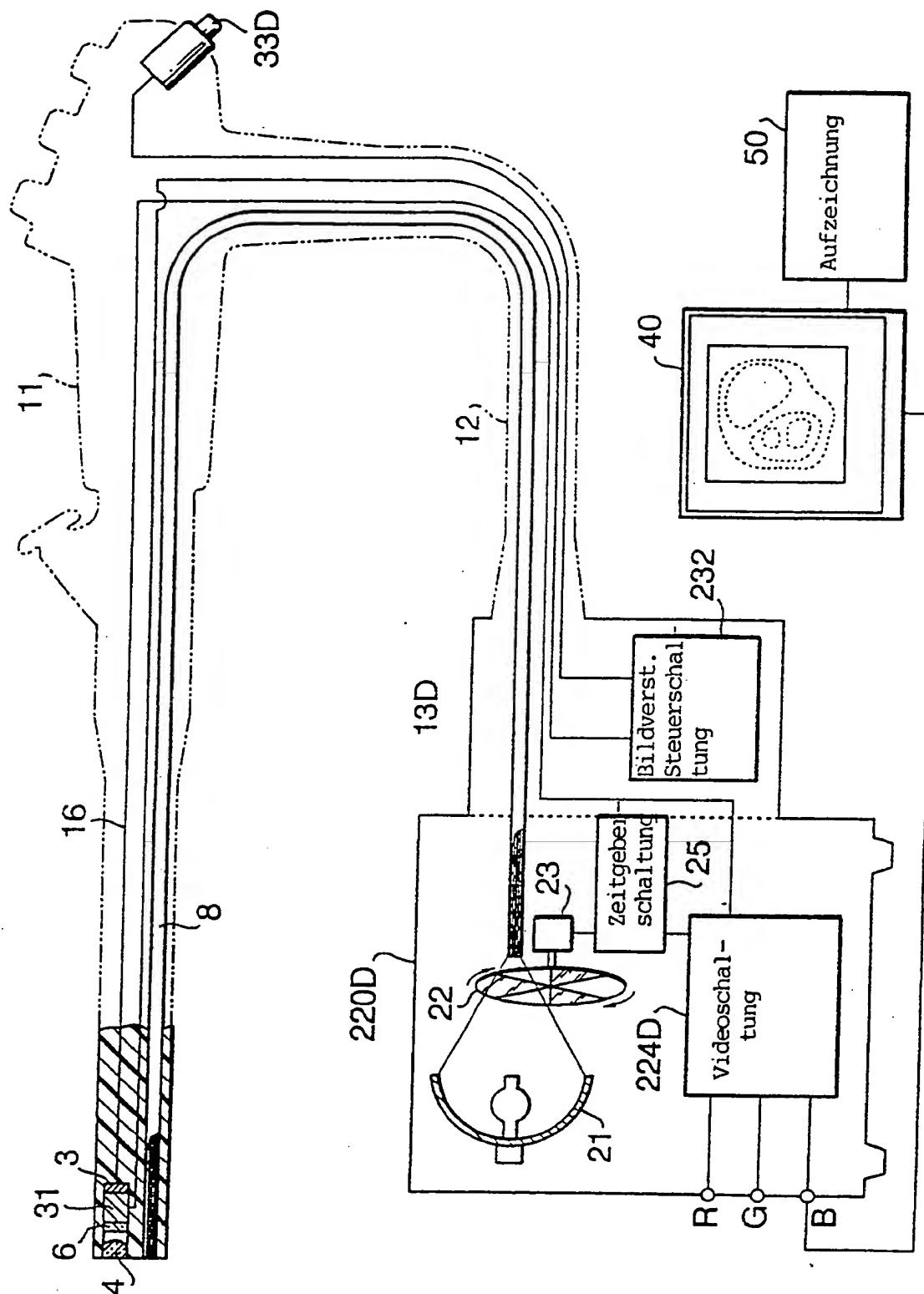


FIG. 14

FIG. 15



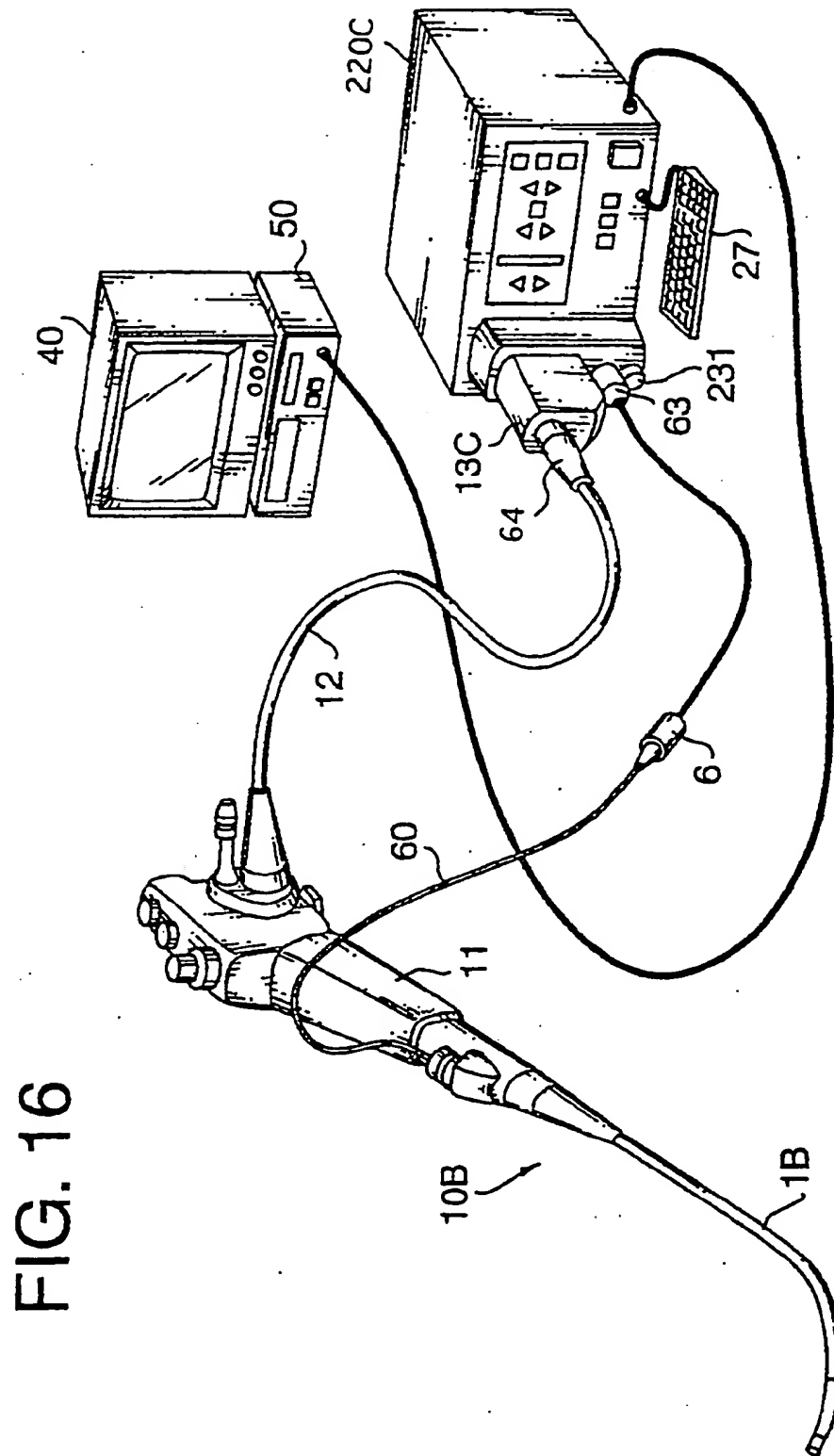


FIG. 16

